

MANEUVER SUPPORT DEVICE AND ITS METHOD

Publication number: JP10175597

Publication date: 1998-06-30

Inventor: YAMAGUCHI HIDEO; YAGI OSAMU; KATO YOSHIO

Applicant: TOKIMEC INC

Classification:

- international: B63H25/04; G08G3/00; B63H25/00; G08G3/00; (IPC1-7); B63H25/04; G08G3/00

- European:

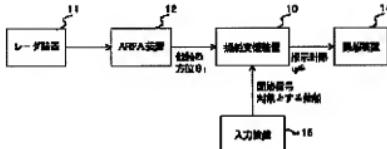
Application number: JP19960341121 19961220

Priority number(s): JP19960341121 19961220

[Report a data error here](#)

Abstract of JP10175597

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the load of a pilot by obtaining the bearing of another object ship at each prescribed time after receiving the start signal, feeding the bearing to a maneuvering device as the indicated course, and stopping its feed after receiving the stop signal. **SOLUTION:** When a pilot feeds an evasive maneuver start command and an input specifying another ship as an evasive object to an input device 16, a maneuver support device 10 receives the start signal outputted from the input device 16, receives the bearing θ_1 data of the center position of the object ship from a collision preventing aid device 12 at each prescribed time, and feeds the bearing θ_1 data as the indicated course Ψ_1 * data to a maneuvering device 14. When the maneuver support device 10 receives the stop signal from the input device 16 by the pilot, it stops the feed. The load of the pilot can be reduced, and the evasive maneuver can be simply implemented.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-175597

(43)公開日 平成10年(1998)6月30日

(51) Int.Cl.
B 6 3 H 25/04
G 0 8 G 3/00

識別記号

F I
B 6 3 H 25/04
C 0 8 G 3/00

C
A

審査請求 未請求 請求項の数18 O.L. (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平8-341121

(71)出願人

000003388
株式会社トキメック
東京都大田区南蒲田2丁目16番46号

(22)出願日

平成8年(1996)12月20日

(72)発明者

山口 秀雄
東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式
会社トキメック内

(72)発明者

八木 修
東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式
会社トキメック内

(72)発明者

加藤 寿男
東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式
会社トキメック内

(74)代理人

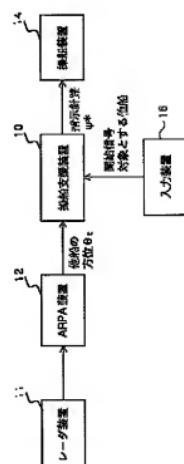
弁理士 石垣 元

(54)【発明の名称】操船支援装置及び操船支援方法

(57)【要約】

【課題】 避航操船を簡単に行うことができ、操船者の負担を軽減させることができる操船支援装置を提供する。

【解決手段】 操船支援装置10は、操船者のオペレーターによる入力装置16からの開始信号を受けると、ARPA装置12から所定時間ごとに対象とする他船の方位 θ_t を求め、該方位 θ_t を指示針路 ψ^* として操船装置14に送り出し、操船者のオペレーターによる入力装置16からの終了信号を受けると、その送出を終了する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 他船との衝突を回避するために使用される操船支援装置であって、開始信号を受けて、所定時間ごとに対象とする他船の方位を求め、該方位を指示針路として操船装置に送出し、終了信号を受けて、その送出を終了する、ことを特徴とする操船支援装置。

【請求項2】 他船との衝突を回避するために使用される操船支援装置であって、開始信号を受けて、対象とする他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、各データから仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力をそれぞれ初期設定し、これらの初期設定値から他船の方位を求めてこれを次の仮想的な自船の針路とすると共に、一定時間、自船が前記仮想的な自船の針路で仮想的な自船の速力を維持して進み、他船が前記仮想的な他船の真針路で仮想的な他船の速力を維持して進んだときの、一定時間経過後の仮想的な自船の位置と仮想的な他船の中心位置を求め、そのときの仮想的な自船の位置を変針点とし且つそのときの他船の方位を求めて次の仮想的な自船の針路とし、順次、変針点を求めて、複数の変針点からなる避航ルートを求める、ことを特徴とする操船支援装置。

【請求項3】 他船との衝突を回避するために使用される操船支援装置であって、開始信号を受けて、対象とする他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、各データから仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力をそれぞれ初期設定し、これらの初期設定値から、一定時間、自船が前記仮想的な自船の速力を維持して等速円運動をし、他船が前記仮想的な他船の真針路で仮想的な他船の速力を維持して進んだときに一定時間経過後に自船が他船の方位を向くような、等速円運動の回転半径と一定時間経過後の仮想的な自船の位置と仮想的な他船の中心位置とを求める、そのときの仮想的な自船の位置を変針点とし且つそのときの自船の針路を次の仮想的な自船の針路とし、順次、変針点及び回転半径を求めて、複数の変針点からなる避航ルートを求める、ことを特徴とする操船支援装置。

【請求項4】 前記仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力のそれぞれの初期設定値は、開始信号を受けた時点の他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力のそれ

ぞれのデータ値であることを特徴とする請求項2または3記載の操船支援装置。

【請求項5】 前記仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力のそれぞれの初期設定値は、他船が開始信号を受けた時点の真針路及び他船の真速力を維持して進み、自船が開始信号を受けた時点の針路及び速力を維持して進んだときに、互いの衝突危険度が所定値よりも大きくなるときの、他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力のそれぞれの予測値であることを特徴とする請求項2または3記載の操船支援装置。

【請求項6】 前記他船の方位は、他船の中心位置の方位よりも他船の船尾寄りにオフセット角度だけ偏位したものであることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の操船支援装置。

【請求項7】 前記操船支援装置は、前記オフセット角度を、他船の相対距離 R_t 、自船の針路 Ψ_t 、他船の針路 Ψ_t 及び他船の長さ L_t から $\tan^{-1} \{ |L_t| \cdot \sin (\Psi_t - \Psi_t) \} / R_t$ を用いて求めることを特徴とする請求項6記載の操船支援装置。

【請求項8】 前記操船支援装置は、逐次、対象となる他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、これらのデータから求めた自他船の衝突危険度が所定値よりも大きくなったら前記開始信号を受けることを特徴とする請求項1ないし7のいずれかに記載の操船支援装置。

【請求項9】 前記操船支援装置は、複数の他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路及び他船の真速力並びに自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、これらのデータから求めた自他船の衝突危険度が最大となる他船を、対象の他船とすることを特徴とする請求項1ないし8のいずれかに記載の操船支援装置。

【請求項10】 他船との衝突を回避するために使用される操船支援方法であって、所定時間ごとに対象とする他船の方位を求める、該方位を指示針路として操船装置に送出することを特徴とする操船支援方法。

【請求項11】 他船との衝突を回避するために使用される操船支援方法であって、対象とする他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、各データから仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力をそれぞれ初期設定し、これらの初期設定値から他船の方位を求めてこれを次の仮想的な自船の針路とすると共に、一定時間、自船が前記仮想

的な自船の針路で仮想的な自船の速力を維持して進み、他船が前記仮想的な他船の真針路で仮想的な他船の速力を維持して進んだときの、一定時間経過後の仮想的な自船の位置と仮想的な他船の中心位置を求める、そのときの仮想的な自船の位置を変針点とし且つそのときの他船の方位を求めて次の仮想的な自船の針路とし、順次、変針点を求めて、複数の変針点からなる避航ルートを求める、ことを特徴とする操船支援方法。

【請求項12】他船との衝突を回避するために使用される操船支援方法であって、

対象とする他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、各データから仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力をそれぞれ初期設定し、これら初期設定値から、一定時間、自船が前記仮想的な自船の速力を維持して等速運動をし、他船が前記仮想的な他船の真針路で仮想的な他船の速力を維持して進んだときに一定時間経過後に自船が他船の方位を向くような、等速運動の回転半径と一定時間経過後の仮想的な自船の位置と仮想的な他船の中心位置とを求める、そのときの仮想的な自船の位置を変針点とし且つそのときの自船の針路を次の仮想的な自船の針路とし、順次、変針点及び回転半径を求めて、複数の変針点からなる避航ルートを求める、ことを特徴とする操船支援方法。

【請求項13】前記仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力のそれぞれの初期設定値は、その時点の他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力のそれぞれのデータ値であることを特徴とする請求項11または12記載の操船支援方法。

【請求項14】前記仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力のそれぞれの初期設定値は、その時点の真針路及び他船の真速力を維持して進み、自船が開始信号を受けた時点の針路及び速力を維持して進んだときに、互いの衝突危険度が所定値よりも大きくなるときの、他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力のそれぞれの予測値であることを特徴とする請求項11または12記載の操船支援方法。

【請求項15】前記他船の方位は、他船の中心位置の方位よりも他船の船尾寄りにオフセット角度だけ偏位したものであることを特徴とする請求項10ないし14のいずれかに記載の操船支援方法。

【請求項16】前記操船支援方法は、前記オフセット

角度を、他船の相対距離 R_t 、自船の針路 Ψ_t 、他船の針路 Ψ_t 及び他船の長さ L_t から $\tan^{-1} \{ |L_t| \cdot \sin(\Psi_t - \Psi) \} / (2R_t)$ を用いて求めることを特徴とする請求項15記載の操船支援方法。

【請求項17】前記操船支援方法は、対象となる他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データから求めた自他船の衝突危険度が所定値よりも大きくなったときに開始されることを特徴とする請求項10ないし16のいずれかに記載の操船支援方法。

【請求項18】前記操船支援方法は、複数の他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路及び他船の真速力並びに自船の針路及び自船の速力の各データから求めた自他船の衝突危険度が最大となる他船を、対象の他船とすることを特徴とする請求項10ないし17のいずれかに記載の操船支援方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、船舶を操船しているときに、他船との衝突を回避するための避航操船するのに使用される操船支援装置及び操船支援方法に関する。

【0002】

【従来の技術】船舶が危険な他船との衝突を避けて航行する場合に、変針をする角度を適切に設定することが難しい局面がある。他船との遭遇状態によっては、自船が注目した他船に向けるよう針路を設定することで、確実に避けられる針路を容易に設定できる場合があり、なおかつ対象とした他船の挙動に対応することができる可能性が高い。

【0003】従って、船舶の避航操船においては、一定の期間、自船の船首を、注目した他船の中心または船尾に向ける操船方法が頻繁に行われている。そして、このような操船を行う場合に、(1) 逐次的に、自船の船首と注目した他船の中心または船尾による角度、操船者が視界上で見て、人間の感覚で舵角や針路を調整して操船したり、(2) ジャイロリピーターやレーダーなどで、自船からみた注目した他船の中心または船尾の方位を測定し、その方位を指示針路としてオートパイロットに設定することにより、操船したり、ということが行われていた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来の操船では、対象とした他船の挙動を随時監視して、逐次的に設定針路を調整しながら避航操船することになり、操船者の作業量が多くなるばかりか、避航操船中はその作業に集中する必要があるため、他の監視または操船に関する操作作業をすることが妨げられる、という問題がある。

【0005】本発明は、かかる問題に鑑みされたもの

で、請求項1ないし請求項9記載の発明は、操船者の負担を軽減させることができ、避航操船を簡単に行うことができる操船支援装置を提供することを目的とする。また、請求項10ないし請求項18記載の発明は同じ目的を達成することができる操船支援方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1記載の発明は、他船との衝突を回避するために使用される操船支援装置であって、開始信号を受けて、所定時間ごとに対象とする他船の方位を求め、該方位を指示針路として操船装置に送出し、終了信号を受け、その送出を終了する、ことを特徴とする。

【0007】また、請求項2記載の発明は、他船との衝突を回避するために使用される操船支援装置であって、開始信号を受けて、対象とする他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、各データから仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力をそれぞれ初期設定し、これらの初期設定値から他船の方位を求めてこれを次の仮想的な自船の針路とすると共に、一定時間、自船が前記仮想的な自船の針路で仮想的な自船の速力を維持して進み、他船が前記仮想的な他船の真針路で仮想的な他船の速力を維持して進んだときの、一定時間経過後の仮想的な自船の位置と仮想的な他船の中心位置を求める、そのときの仮想的な自船の位置を変針点とし且つそのときの他船の方位を求めて次の仮想的な自船の針路とし、順次、変針点を求めて、複数の変針点からなる避航ルートを求める、ことを特徴とする。

【0008】また、請求項3記載の発明は、他船との衝突を回避するために使用される操船支援装置であって、開始信号を受けて、対象とする他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、各データから仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力をそれぞれ初期設定し、これらの初期設定値から、一定時間、自船が前記仮想的な自船の速力を維持して等速円運動をし、他船が前記仮想的な他船の真針路で仮想的な他船の速力を維持して進んだときに一定時間経過後に自船が他船の方位を向くような、等速円運動の回転半径と一定時間経過後の仮想的な自船の位置と仮想的な他船の中心位置とを求める、そのときの仮想的な自船の位置を変針点とし且つそのときの自船の針路を次の仮想的な自船の針路とし、順次、変針点及び回転半径を求めて、複数の変針点からなる避航ルートを求める、ことを特徴とする。

【0009】また、請求項4記載の発明は、請求項2ま

たは3記載のものにおいて、前記仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力の初期設定値は、開始信号を受けた時点の他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力のそれぞれのデータ値であることを特徴とする。

【0010】また、請求項5記載の発明は、請求項2または3記載のものにおいて、前記仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力の初期設定値は、他船が開始信号を受けた時点の真針路及び他船の真速力を維持して進み、自船が開始信号を受けた時点の針路及び速力を維持して進んだときに、互いの衝突危険度が所定値よりも大きくなるときの、他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力のそれぞれの予測値であることを特徴とする。

【0011】請求項2ないし請求項5記載で求められた避航ルートは、変針点を含んだ避航ルートを指定するとその避航ルートに沿って操船を行う操船装置に送出することもできる。また、前記他船の方位は、他船の中心位置の方位とすることができるが、請求項6記載の発明では、請求項1ないし5記載のものにおいて、前記他船の方位は、他船の中心位置の方位よりも他船の尾翼寄りにオフセット角度だけ偏位したものであることを特徴とする。

【0012】オフセット角度の偏位は、例えば次のようにして行うことができる。操船支援装置は、所定時間ごとに、対象とする他船の中心位置の方位、他船の真針路及び自船の針路の各データを取り込み、前記他船の真針路と自船の針路の差分の結果に応じて、前記他船の中心位置の方位に他船の長さに閑連する値を加算または減算し、加算または減算した結果を前記他船の方位とする。他船の長さに閑連する値は、固定値でも、または操船者が指定する可変値でもよい。

【0013】また、請求項6記載の発明において、オフセット角度は一定値とすることもできるが、請求項7記載の発明では、請求項6記載のものにおいて、前記操船支援装置は、前記オフセット角度を、他船の相対距離 R_t 、自船の針路 Ψ_0 、他船の針路 Ψ_t 及び他船の長さ L_t から $\tan^{-1} \{ | L_t \cdot \sin(\Psi_t - \Psi_0) | / 2R_t \}$ を用いて求めることを特徴とする。

【0014】また、開始信号は、操船者のオペレートにより発生し、その信号を操船支援装置が受けるようにすることができるが、請求項8記載の発明では、請求項1ないし7記載のものにおいて、前記操船支援装置は、逐次、対象となる他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船

の速力の各データを取り込み、これらのデータから求めた自他船の衝突危険度が所定値よりも大きくなったり前記開始信号を受けることを特徴とする。

【0015】また、避航操船の対象となる他船は、操船者が特定することもできるが、請求項9記載の発明では、請求項1ないし8記載のものにおいて、前記操船支援装置は、複数の他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路及び他船の真速力並びに自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、これらのデータから求めた自他船の衝突危険度が最大となる他船を、対象の他船とすることを特徴とする。

【0016】また、請求項10記載の発明は、他船との衝突を回避するために使用される操船支援方法であって、所定時間ごとに対象とする他船の方位を求め、該方位を指示針路として操船装置に送ることを特徴とする。また、請求項11記載の発明は、他船との衝突を回避するために使用される操船支援方法であって、対象とする他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、各データから仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力をそれぞれ初期設定し、これらの初期設定値から他船の方位を求めてこれを次の仮想的な自船の針路とと共に、一定時間、自船が前記仮想的な自船の針路で仮想的な自船の速力を維持して進み、他船が前記仮想的な他船の真針路で仮想的な他船の速力を維持して進んだときの、一定時間経過後の仮想的な自船の位置と仮想的な他船の中心位置を求める、そのときの仮想的な自船の位置を変針点とし且つそのときの他船の方位を求めて次の仮想的な自船の針路とし、順次、変針点を求めて、複数の変針点からなる避航ルートを求める、ことを特徴とする。

【0017】また、請求項12記載の発明は、他船との衝突を回避するために使用される操船支援方法であって、対象とする他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データを取り込み、各データから仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力をそれぞれ初期設定し、これらの初期設定値から、一定時間、自船が前記仮想的な自船の速力を維持して等速円運動をし、他船が前記仮想的な他船の真針路で仮想的な他船の速力を維持して進んだときに一定時間経過後に自船が他船の方位を向くような、等速円運動の回転半径と一定時間経過後の仮想的な自船の位置と仮想的な他船の中心位置とを求める、そのときの仮想的な自船の位置を変針点とし且つそのときの自船の針路を次の仮想的な自船の針路とし、順次、変針点及び回転半径を求めて、複数の変針点からなる避航ル

ートを求める、ことを特徴とする。

【0018】また、請求項13記載の発明は、請求項1または12記載のものにおいて、前記仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力のそれぞれの初期設定値は、その時点の他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力のそれぞれのデータであることを特徴とする。

【0019】また、請求項14記載の発明は、請求項1または12記載のものにおいて、前記仮想的な他船の中心位置の方位、仮想的な他船の相対距離、仮想的な他船の真針路、仮想的な他船の真速力、仮想的な自船の針路及び仮想的な自船の速力のそれぞれの初期設定値は、その時点の真針路及び他船の真速力を維持して進み、自船が開始信号を受けた時点の針路及び速力を維持して進んだときに、互いの衝突危険度が所定値よりも大きくなるときの、他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力のそれぞれの予測値であることを特徴とする。

【0020】請求項11ないし請求項14記載で求められた避航ルートは、変針点を含んだ避航ルートを指定するとその避航ルートに沿って操船を行う操船装置に送出することもできる。また、前記他船の方位は、他船の中心位置の方位とすることができるが、請求項15記載の発明では、請求項10ないし14記載のものにおいて、前記他船の方位は、他船の中心位置の方位よりも他船の船尾寄りにオフセット角度だけ偏位したものであることを特徴とする。

【0021】オフセット角度の偏位は、例えば次のようにして行うことができる。即ち、操船支援装置は、所定時間ごとに、対象とする他船の中心位置の方位、他船の真針路及び自船の針路の各データを取り込み、前記他船の中心位置の方位に他船の長さに閲遠する値を加算または減算し、加算または減算した結果を前記他船の方位とする。他船の長さに閲遠する値は、固定値でも、または操船者が指定する可変値でもよい。

【0022】また、請求項15記載の発明において、オフセット角度は一定値とすることもできるが、請求項16記載の発明では、請求項15記載のものにおいて、前記操船支援方法は、前記オフセット角度を、他船の相対距離 R_t 、自船の針路 Ψ_t 、他船の針路 Ψ_t 及び他船の長さ L_t から $\tan^{-1}(|L_t \cdot \sin(\Psi_t - \Psi_0)| / 2R_t)$ を用いて求めることを特徴とする。

【0023】また、開始信号は、操船者のオペレートにより発生し、その信号を操船支援装置が受けるようにすることができるが、請求項17記載の発明では、請求項10ないし16記載のものにおいて、前記操船支援方法は、対象となる他船の中心位置の方位、他船の相対距

離、他船の真針路、他船の真速力、自船の針路及び自船の速力の各データから求めた自他船の衝突危険度が所定値よりも大きくなつたときに開始されることを特徴とする。

【0024】また、避航操船の対象となる他船は、操船者が特定することもできるが、請求項18記載の発明では、請求項10ないし17記載のものにおいて、前記操船支援方法は、複数の他船の中心位置の方位、他船の相対距離、他船の真針路及び他船の真速力並びに自船の針路及び自船の速力の各データから求めた自他船の衝突危険度が最大となる他船を、対象の他船とすることを特徴とする。

【0025】尚、本明細書において、他船の方位として、基準のとり方により真方位（北からの方位）または相対方位（自船の船首とのなす角）で表わすことが可能であるが、どちらの方法で表したものでも良いものとする。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施の形態を説明する。本発明の操船支援装置は、レーダ装置と接続され、他船の針路、速力、方位、相対距離などを求めるARPA装置（衝突予防支援装置Automatic Ra

$$\Psi^* = \theta_t$$

とする。操船装置14では、指示された指示針路に自船の船首を向けるよう舵角を制御するので、その結果、自船の船首が対象とする他船の中心位置の方位に向かわれる。

【0030】操船者は、視界上やレーダ装置11のレーダ画面等を監視し、必要な避航動作が完了したと判断した段階で、入力装置16に避航操船終了の命令の入力をを行うと、入力装置16から出力される終了信号を操船支援装置10が受け、操船装置14に指示針路データを送出するのを終了する。こうして、自動的に他船の中心位置の方位へ向ける操船が行われるので、操船者は避航作業に集中する必要がなくなり、監視または操船に関する他の操作作業を行なうことができる。

【0031】尚、本実施の形態において、操船支援装置10は開始信号の有無に拘らず、常に断続的または一定時間毎にARPA装置12から他船の方位信号を取り込んでおき、入力装置16の開始信号を受けて、開始信号を受ける前の最後に取り込まれた他船の方位信号を最初の指示針路 Ψ^* として操船装置14に送出することもできる。以降、所定時間ごとに対象とする他船の中心位置の方位（ θ_t ）データをARPA装置12から取り込み、その方位（ θ_t ）データを指示針路（ Ψ^* ）データとして操船装置14に送出するは上述の通りである。

【0032】次に、図2は、本発明の第2の実施の形態を表すブロック構成図である。図において、前実施の形態と同一の装置は、同一の符号を付している。第1の実施の形態では、自船を他船の中心位置に向ける操船の支

援 Plotting Aids）の一部として組み込むか、または別装置としてARPA装置に接続するかして使用することができる。図示の例は、すべて別装置とした例を示している。

【0027】図1は、本発明の操船支援装置及び操船支援方法を実施する装置の第1の実施の形態を表すブロック構成図である。図において、10が操船支援装置であり、操船支援装置10は、レーダ装置11に接続された上述のARPA装置12、指令針路に基づいて自動操船を行うオートパイロットのような操船装置14、入力装置16にそれぞれ接続されている。

【0028】操船者が入力装置16に避航操船開始の命令及び避航の対象とする他船を特定する入力を行うと、操船支援装置10は入力装置16から出力される開始信号を受けて、処理を開始する。即ち、操船支援装置10は、所定時間ごとに対象とする他船の中心位置の方位（ θ_t ）データをARPA装置12から取り込み、その方位（ θ_t ）データを指示針路（ Ψ^* ）データとして操船装置14に送出する。即ち、

【0029】

【数1】

(1)

援を行ったが、本実施の形態は、自船を他船の船尾寄りに向ける操船の支援を行うための装置及びその方法を実施する装置の例を示している。

【0033】図において、20は操船支援装置であり、操船支援装置20は、ARPA装置12、操船装置14、入力装置16と接続される他、ジャイロコンパス18にも接続される。操船者が入力装置16に避航操船開始の命令及び避航の対象とする他船を特定する入力を行うと、操船支援装置20は入力装置16から出力される開始信号を受けて、処理を開始する。

【0034】操船支援装置20は、所定時間ごとに対象とする他船の中心位置の方位（ θ_t ）データ、他船の真針路（ Ψ_t ）データをARPA装置12から取り込み、また、ジャイロコンパス18から自船の針路（ Ψ ）データを取り込む。操船支援装置20では、予め、他船の長さに相当する針路のオフセット角度 θ_{add} を定めておき、他船の中心位置の方位 θ_t からこのオフセット角度 θ_{add} だけ船尾寄りに偏位した方位を指示針路 Ψ^* とする。このオフセット角度 θ_{add} だけ偏位させる際に、自船から見て他船が左から右へ進んでいるか、または右から左へ進んでいるか、即ち他船の真針路 Ψ_t と自船の針路 Ψ の差分の結果に応じて、船尾が左側か右側かを判定しオフセット角度 θ_{add} を加算するか減算するかを決定する。

【0035】つまり、もし、 $0 \leq (\Psi_t - \Psi) \leq \pi$ または $-2\pi \leq (\Psi_t - \Psi) \leq -\pi$ が成立立ときは、自船から見て他船が左から右へ進んでいることになるから、

【0036】

$$\Psi^* = \theta_t - \theta_{add}$$

とし、もし、 $-\pi < (\Psi_t - \Psi_0) < 0$ または $\pi < (\Psi_t - \Psi_0) < 2\pi$ が成り立つときは、自船から見て他船が右から左に進んでいることになるから、

$$\Psi^* = \theta_t + \theta_{add}$$

とする（図3参照）。こうして求めた Ψ^* を指示針路データとして操船装置14に送出する。

【0038】この結果、自船の船首が対象とする他船の中心位置よりもオフセット角度 θ_{add} 分だけ船尾に向いた方位に向けられることになる。操船者は、視界上やレーダー装置11のレーダー画面等を監視し、必要な避航動作が完了したと判断した時点で、入力装置16に避航操船終了の命令の入力をを行うと、入力装置16から出力される終了信号を操船支援装置20が受け、操船装置14に指示針路データを送出するのを終了する。

$$L'_t = | L_t \cdot \sin(\Psi_t - \Psi_0) |$$

で表される。もし、 $0 \leq (\Psi_t - \Psi_0) \leq \pi$ または $-2\pi \leq (\Psi_t - \Psi_0) \leq -\pi$ が成り立つときは、自船から見て他船が左から右に進んでいることになるから、指示針路

$$\Psi^* = \theta_t - \tan^{-1} \frac{L'_t / 2}{R_t}$$

とし、もし、 $-\pi < (\Psi_t - \Psi_0) < 0$ または $\pi < (\Psi_t - \Psi_0) < 2\pi$ が成り立つときは、自船から見て他船が右から左に進んでいることになるから、

$$\Psi^* = \theta_t + \tan^{-1} \frac{L'_t / 2}{R_t}$$

とする。また、さらに、上記(4)式における L_t は予め定められた固定値としたが、操船者が入力装置16から他船の長さを入力できる可変値とすることもできる。次に、図4は、本発明の第3の実施の形態を表すブロック構成図である。図において、前実施の形態と同一の装置は、同一の符号を付している。

【0043】本実施の形態は、避航開始した後の自船及び他船の予位位置に基づいて求められた避航ルートを操船者に前もって表示するための装置及びその方法を実施する装置の例を示している。図において、30は操船支援装置であり、操船支援装置30は、ARPA装置12、指定された航行したいルートの変針点に基づいて自動操船を行なうラッキングバイロットのような操船装置14、入力装置16、ジャイロコンパス18と接続される他、スピードログ19、表示器32にも接続される。表示器32は、独自の表示器とすることもできるが、ARPA装置12に装備される表示器32を兼用することもできる。

【0044】操船者が入力装置16に避航操船開始の命令及び避航の対象とする他船を特定する入力をを行うと、操船支援装置30は入力装置16から出力される開始信

【数2】

(2)

【0037】

【数3】

(3)

【0039】尚、操船支援装置20の処理としては、上記(2)、(3)式による他、以下の処理とすることもできる。操船支援装置20は、典型的な他船の長さ L_t を予め定めておくと共に、ARPA装置12からデータを取り込む際に、他船の相対距離 (R_t) データも取り込み、次式より他船の船尾に相当するオフセット角度を求める。図3に示したように、自船から見た他船の長さ L'_t は、

【0040】

【数4】

【0041】

【数5】

【0042】

【数6】

(4)

【0043】

【数7】

(5)

【0044】

【数8】

(6)

号を受けて、処理を開始する。操船支援装置30は、対象とする他船の中心位置の方位 (θ_t) データ、他船の真針路 (Ψ_t) データ、他船の相対距離 (R_t) データ及び他船の真速力 (V_t) データをARPA装置12から取り込み、また、ジャイロコンパス18から自船の針路 (Ψ_0) データを、スピードログ19から自船の速力 (V_0) データを取り込む。但し、ジャイロコンパス18及びスピードログ19から直接データを取り込む代わりに、これらのデータを一度ARPA装置を介して、ARPA装置12から自船の針路 (Ψ_0) データ、自船の速力 (V_0) データを取り込むことができる。

【0045】そして、操船支援装置30は、図5に示す手順により、自船の推進する複数の変針点から構成される避航ルートを求める。まず、カウンタ変数 n を0に設定し（ステップS1）、自船の現在の位置を中心の位置として、座標 (0, 0) を最初の変針点WP₀の位置データとし、仮想的な自船の状態（針路、位置、速力）と仮想的な他船の状態（相対距離、中心方位、真針路、真速力、位置）を、それぞれ現在の状態に設定する（ステップS2）。

【0046】次いで、仮想的な自船の状態と仮想的な他

船の状態から、その状態における他船に向かう方位、即ち指示針路 Ψ^* を求める（ステップS3）。他船の中心に向かう場合は、前述の（1）式を用いればよく、また他船の船尾寄りに向かう場合は、前述の（2）式及び（3）式、または（5）式及び（6）式を用いればよい。そしてここで求めた指示針路 Ψ^* を新たな仮想的な自船の針路として設定する。

$$x'_o = x_o + V_o \cdot t_d \cdot \sin \Psi^* \quad (7)$$

$$y'_o = y_o + V_o \cdot t_d \cdot \cos \Psi^* \quad (8)$$

x'_o, y'_o ：自船の一定時間 t_d 経過後の仮想的な位置座標

x_o, y_o ：自船のその前の仮想的な位置座標

$$x'_t = x_t + V_t \cdot t_d \cdot \sin \Psi_t \quad (9)$$

$$y'_t = y_t + V_t \cdot t_d \cdot \cos \Psi_t \quad (10)$$

x'_t, y'_t ：他船の一定時間 t_d 経過後の仮想的な位置座標

x_t, y_t ：他船のその前の仮想的な位置座標

V_t ：他船の真速力

Ψ_t ：他船の真針路

【0049】次に、上記（7）ないし（10）式で求めた、一定時間 t_d 経過後の仮想的な自他船の位置関係で、他船との航過が終わっているかを判断する（ステップS5）。もし航過が終わっている場合は、最後の指示針路 Ψ^* を保証するように最後のWPのデータを設定するか、自船の避航前の針路に戻すように最後のWPのデータを設定し、処理を終了する（ステップS10）。

尚、航過が終了しているかどうかは、仮想的な自他船の位置関係で求めた、最接近時間TCPA（Time to Closest Point of Approach、自他船がそのまま直進すると仮定して二隻が最接近点に到達するまでの時間、以下単にTCPAという）の値が負になるかどうか（負であれば

$$\theta'_{t'} = \tan^{-1} \frac{x'^t - x'^o}{y'^t - y'^o} \quad (11)$$

【0052】そして、仮想的な自他船の状態の更新を行う。更新は、仮想的な自船の状態として、仮想的な自船の位置は、（7）、（8）式で求められた（ x' 、

y' ）、仮想的な自船の針路は Ψ^* 、仮想的な自船の速力は V （変わらず）となり、仮想的な他船の状態として、仮想的な他船の位置は、（9）、（10）式で求められた（ x'_t 、 y'_t ）、仮想的な他船の中心位置の方位は（11）式で求められた $\theta'_{t'}$ 、仮想的な他船の真針路は Ψ_t （変わらず）、仮想的な他船の真速力は V_t （変わらず）となるように、行われる。

【0053】そして、ステップS3に戻り、更新された仮想的な自他船の状態に基づいて、仮想的な次の指示針路 Ψ^* を求める。このステップS3及びS9を繰り返すことにより、複数の変針点WPからなる避航ルートが求められる。この避航ルートデータを表示器32に送出する。表示器32では、この避航ルートを図6に示すよう

【0047】次いで、一定時間 t_d 、仮想的な自船の状態と仮想的な他船の状態を維持したまま直進すると仮定して、一定時間 t_d 経過後の仮想的な自他船の位置を次式より求める（ステップS4）。

【0048】

【数7】

V_o ：自船の速力

Ψ^* ：自船の仮想的な針路

航過が終了）を調べることで判断する。

【0050】航過が終了していないときは、カウンタ変数nに1を足し（ステップS6）、nの値が予め与えられたnの最大値 n_{max} よりも大きくなっているかどうかを判断し（ステップS7）、大きくなっている場合には避航ルートを求めることができないものとして、処理を終了する（ステップS10）。nが最大値 n_{max} 以下の場合には、ステップS4で求めた一定時間 t_d 経過後進んだ自船の仮想的な位置（ x'_o, y'_o ）を、n番目の変針点WP_nの位置データとする（ステップS8）。そして、（7）ないし（10）式から求めた仮想的な自他船の位置関係から、仮想的な自船の位置から見た仮想的な他船の中心位置の方位 $\theta'_{t'}$ を次式により求める（ステップS9）。

【0051】

【数8】

に変針点の座標を結合した線分で表示する。操船者は表示器32を見て、この操船をした場合に先に進んだ状況を前もって判断できる。

【0054】操船支援装置30から複数の変針点WPからなる避航ルートデータがトラッキングパネル等の操船装置14に送出されて操船装置14でこの避航ルートを辿るような操船がなされる。但し、操船装置14が操船を行わなくとも、この避航ルートに基づいて操船者が操船を行うことも可能である。

【0055】また、任意的には、操船支援装置30から操船装置14に避航ルートデータが送出される前に、操船者が確認できるようにすることも可能である。即ち、操船者は、表示器32に表示された避航ルートを見て、この避航方法が妥当であるかどうかを判断し、妥当であれば入力装置16から確認信号を入力する。この信号に基づいて、操船支援装置30は、避航ルートデータを操

船装置14に送出する。また、操船者の確認方法としては、通常のトラッキングバイロットでの操船と同様に、各変針点毎に変針確認の操作を行っても良いし、予め定めた個数の変針点をまとめて一回の変針確認の操作で行ってもよい。

【0056】また、任意的には、操船支援装置30が図5の処理を行う代わりに、図7の処理を行うようにすることもできる。尚、図5と同一の処理については同一のステップ番号を付す。即ち、图6の例では避航ルートは隣合う変針点WPを結ぶ複数の線分の集合で構成されていたが、トラッキングバイロットによっては回転半径を

$$\Psi'_{\theta} = \tan^{-1} \frac{x'_{\theta} - x'_{\phi}}{y'_{\theta} - y'_{\phi}} \quad (12)$$

$$\phi = \Psi'_{\theta} - \Psi'_{\phi}$$

$$V_{\theta} \cdot t_d = r \cdot \phi$$

$$x'_{\theta} = x_{\theta} + r - r \cdot \cos \phi$$

$$y'_{\theta} = y_{\theta} + r \cdot \sin \phi$$

x'_{θ}, y'_{θ} ：自船の一定時間 t_d 後の仮想的な位置座標
 x_{θ}, y_{θ} ：自船の仮想的な位置座標

V_{θ} ：自船の速力

Ψ' ：自船の一定時間 t_d 後の仮想的な針路

Ψ_{θ} ：自船の仮想的な針路

【0059】この連立方程式を解き、回転半径 r と一定時間 t_d だけ進んだときの仮想的な自船の針路 Ψ' 及び仮想的な自船の位置 (x'_{θ}, y'_{θ}) を求める。仮想的な自他船の位置関係で航過が終わつたかどうかを判定し

(ステップS5)、終了していないときには、カウンタ変数nに1を足し(ステップS6)、nの値が予め与えられたnの最大値 n_{max} よりも大きくなっているかどうかを判断し(ステップS7)、大きくなっている場合には避航ルートを求めることができないものとして、処理を終了する(ステップS10)。

【0060】nが最大値 n_{max} 以下の場合には、前記仮想的な自船の位置 (x'_{θ}, y'_{θ}) を変針点のデータWP_nとし、回転半径 r をその付加データとする(ステップS8)。そして、仮想的な自他船の状態の更新を行う

$$\theta_t = \tan^{-1} \frac{x'_{\theta} - x'_{\phi}}{y'_{\theta} - y'_{\phi}} \quad (17)$$

【0063】とし、 R_t として $R_t = \sqrt{(x'_{\theta} - x'_{\phi})^2 + (y'_{\theta} - y'_{\phi})^2}$ を(12)ないし(16)の連立方程式に加えればよい。こうして、避航ルートが求められると、避航ルートデータが表示器32に送出され、表示器32ではこの避航ルートを図8に示すように変針点の座標を結合する曲線で表示する。

【0064】そして、任意的には、操船支援装置30から回転半径を指定できるトラッキングバイロット等の操船装置14に避航ルートデータを送出することにより、自動的に操船することができる。以上説明した第1の実

指定すると、その回転半径を持つ円弧上に沿った操船を行なうことができるものもある。そこで、図8に示すよう避航ルートを円弧の集まりで構成する。

【0057】即ち、ステップS3'において、自船が仮想的な自船の速力 V_{θ} を維持して回転半径 r の等速円運動をして、一定時間 t_d だけ進んだときに、(9)、

(10)式で求められる一定時間 t_d 後の仮想的な他船の中心位置の方位に、自船の針路が向くための条件として次の連立方程式を立てる。

【0058】

【数9】

(12)

(13)

(14)

(15)

(16)

(ステップS9')。更新は、仮想的な自船の状態として、仮想的な自船の位置は、(15)、(16)式で求められた(x'_{θ}, y'_{θ})、仮想的な自船の針路は Ψ' 、仮想的な自船の速力は V_{θ} (変わらず) となり、仮想的な他船の状態として、仮想的な他船の位置は、(9)、(10)式で求められた(x'_{θ}, y'_{θ})、仮想的な他船の方位は(11)式で求められた θ_t 、仮想的な他船の真針路は Ψ' (変わらず)、仮想的な他船の真速力は V_t (変わらず) となるように、行われる。

【0061】尚、ここで、一定時間 t_d だけ進んだときに、仮想的な自船の針路を他船の中心位置の方位ではなく、他船の船尾寄りに向ける場合は、自船の針路を求める上記(12)式の代わりに、前述の(2)及び(3)式、または(5)及び(6)式を用いて算出する。この場合、(2)ないし(6)式中の Ψ' を Ψ' に置き換えて、 θ_t を

【0062】

【数10】

施の形態ないし第3の実施の形態において、避航操船開始は操船者が判断し、それを操船者が入力装置16へ操船開始を入力することにより、操船支援装置10、20、30が処理を開始するものとしたが、これに限られず、操船支援装置10、20、30が逐次的にその時の自船の針路・速力と、対象とする他船の位置・真針路・真速力からその時の衝突危険度を判断し、避航開始時期を自動的に判断するようにしてもよい。

【0065】この衝突危険度として、例えば、TCPAの値を用いることができ、例えば、TCPAが一定の値

より小さくなつた時点を衝突の危険度が高くなつたものと判断して、自動的に開始信号を発生し、前述の各処理を行うようになることができる。また、以上説明した第1の実施の形態ないし第3の実施の形態においては、現在の時点を避航開始時期としていたが、第3の実施の形態において、自船の針路上で先に進んだ予測位置で、対象とする他船との衝突危険度を判定し、衝突危険度が一定値より大きくなつた時点を避航開始時期とした避航ルートを設定することとしてもよい。

【0066】避航開始時期は、例えば図9に示した手順で決定できる。まず、仮想的な自船の状態（針路、速力）と仮想的な他船の状態（相対距離、方位、真針路、真速力）を、それぞれ現在の状態に設定する（ステップS11）。そして、仮想的な自船の状態と仮想的な他船の状態からTCPAを求める（ステップS12）。このTCPAの値が予め定めたしきい値TCPA_{ain}以下かどうかを判定し（ステップS13）、しきい値TCPA_{ain}以下のときは衝突の危険度が高くなつたものと判断して、現在を避航開始時期として、図5または図7の処理を開始する。

【0067】また、しきい値TCPA_{ain}より大きいときは、仮想的な自他船を一定時間t₁の間そのまま直進すると仮定して、一定時間t₂経過後の仮想的な自他船の位置を（7）ないし（10）式により求め、求めた位置を次の仮想的な自他船の状態として更新し、仮想的な自船の針路・速力、仮想的な他船の真針路・真速力は変わらずとし、ステップS12ないしS14の処理を繰り返す。

【0068】そして、しきい値TCPA_{ain}以下になつたときに、その仮想的な自他船の状態となる時間を避航開始時期として、図5または図7の処理を開始する。

尚、図5または図7のステップS2の現在の状態は、避航開始時期の状態との仮想的な自他船の状態と読み替えるものとする。こうして、自船の針路上で先に進んだ位置から避航開始した避航ルートを求めることができる。

【0069】また、以上説明した第1の実施の形態ないし第3の実施の形態においては、対象とする他船を操船者が入力装置16へ入力することにより、指定したが、これに限らず、操船支援装置10、20、30が逐次的にその時の自船の針路・速力と、自船周囲の他船の位置・真針路・真速力からその時の衝突危険度を判断し、対象とする他船を自動的に判断する。

【0070】衝突危険度の判定としては、例えば、各他船毎に最接近距離DCPA (Distance of Closest Point of Approach)、自他船がそのまま直進すると仮定して二隻が最も接近したときの距離、以下単にDCPAといふ)とTCPAを求め、このDCPAの値が予め定めたしきい値TCPA_{ain}より小さい他船のうち、最もTCPAが値が小さい他船を対象とすることすればよい。

【0071】また、以上説明した第1の実施の形態ないし第3の実施の形態においては、対象とする他船を操船者が入力装置16へ入力することにより、指定したが、これに限らず、操船支援装置10、20、30が逐次的にその時の自船の針路・速力と、自船周囲の他船の位置・真針路・真速力からその時の衝突危険度を判断し、対象とする他船を自動的に判断する。

し第3の実施の形態において、最大変針角の制限値（または最小曲率半径の制限値）を設けておくこともできる。即ち、操船支援装置で求めた指示針路、変針点における変針角または曲率半径が設定された制限値を超えた場合に、これらを例えればその最大変針角（または最小曲率半径）とするような処理を、さらに操船支援装置が行うようにすることも可能である。

【0072】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1ないし請求項18記載の発明によれば、自船を他船の方位に向ける操船の支援を行うので、避航操船を簡単に行なうことができ、且つ操船者の避航操船の負担を軽減させることができる。従って、操船者は、他の監視または操船に関する操作作業を妨げられることもなく、結果として安全な操船を行なうことができるようになる。

【0073】また、請求項2ないし5及び11ないし14記載の発明によれば、推奨される自船の避航ルートを求めるので、操船者が予め先に進んだ状況を前もって知ることができる。また、請求項6及び15記載の発明によれば、他船の中心位置の方位よりも他船の船尾寄りにオフセット角度だけ偏位した方位に自船を向けることになるので、より衝突の危険性が小さくなりより安全な避航とができる。

【0074】また、請求項7及び16記載の発明によれば、他船の相対距離R_t、自船の針路V_s、他船の針路V_h及び他船の長さL_hを用いて前記オフセット角度を用いて決めるため、より精度の高いオフセット角度とることができる。また、請求項8記載の発明によれば、自動的に操船支援を行うか操船支援装置が判断するため、より操船者の負担が軽減される。

【0075】また、請求項9記載の発明によれば、自動的に避航を行うべき対象の他船を操船支援装置が判断するため、より操船者の負担が軽減される。また、請求項17記載の発明によれば、他船との衝突危険度が大きくなつたときに操船支援を開始するので、適切なタイミングで支援を行うことができる。また、請求項18記載の発明によれば、衝突危険度の最大の他船を対象として避航を行うので、適切な避航を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の操船支援装置及び操船支援方法を実施する装置の第1の実施の形態を表すブロック構成図である。

【図2】本発明の操船支援装置及び操船支援方法を実施する装置の第2の実施の形態を表すブロック構成図である。

【図3】他船の船尾の方位を求める方法を示す説明図である。

【図4】本発明の操船支援装置及び操船支援方法を実施する装置の第3の実施の形態を表すブロック構成図である。

【図5】図4の操船支援装置の処理手順を示すフローチャート図である。

【図6】第3の実施の形態で求められる他の避航ルートを表す説明図である。

【図7】図4の操船支援装置の他の処理手順を示すフローチャート図である。

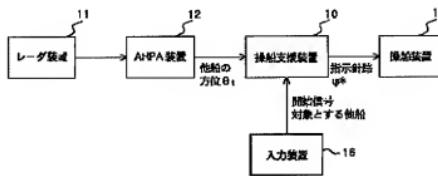
【図8】第3の実施の形態で求められる他の避航ルートを表す説明図である。

【図9】第3の実施の形態の変形例において避航開始時期の決定の処理手順を示すフローチャート図である。

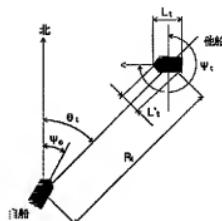
【符号の説明】

10、20、30 操船支援装置

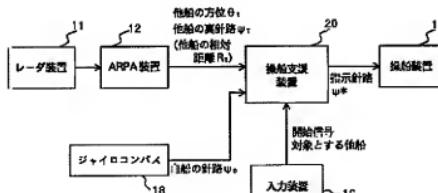
【図1】



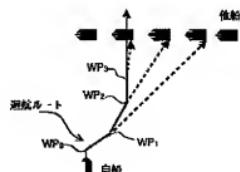
【図3】



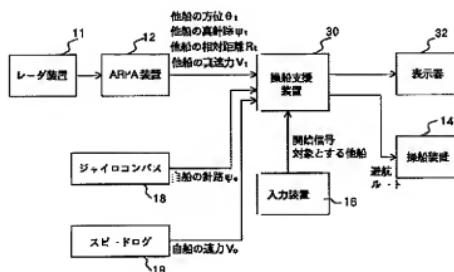
【図2】



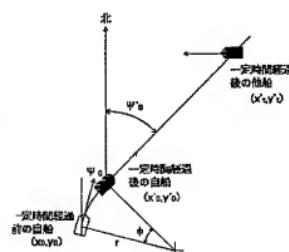
【図6】



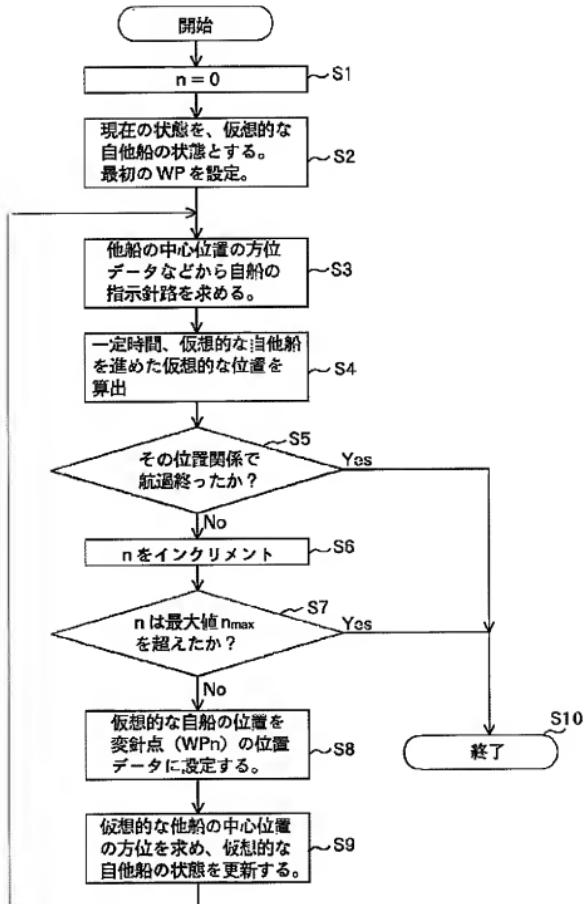
【図4】



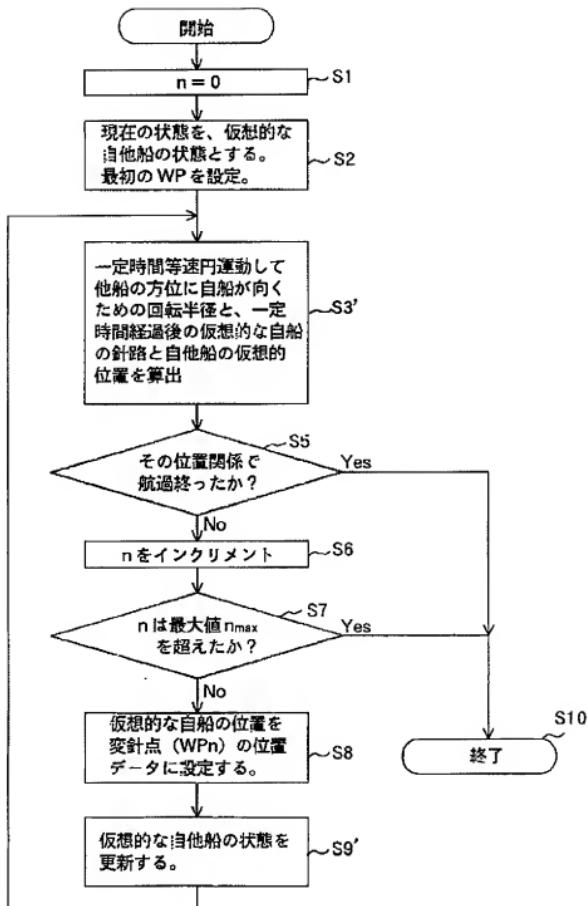
【図8】



【図5】



【図7】



【図9】

